

APERÇUS SUR LE DÉVELOPPEMENT DES HYSTRICHOSPHERES

PAR MARTINE ROSSIGNOL

Les Hystrichosphères ou Hystrix sont des microfossiles fréquents dans les sédiments marins de tous âges, auxquels on a fait subir la préparation destinée à isoler les spores et pollens. Elles ont rarement été signalées dans le plancton actuel ; leurs affinités encore indécisées les rapprochent des Dinoflagellés. En cherchant du pollen dans les boues marines superficielles du plateau continental au large des côtes d'Israël, nous les avons aussi trouvées : elles sont donc sub-actuelles ; les conseils de M. G. DEFLANDRE nous ont été particulièrement précieux pour les déterminer ; elles sont très probablement *in situ*, comme le montrent des cartes non encore publiées de leur répartition spécifique. Cinq espèces encore très brièvement décrites constituent la quasi-totalité de la population : *Hystrichosphaera* cf. *furcata* (Ehr), O. Wetz, *Bentori* Ross et *mirabilis* Ross ; *Hystrichosphaeridium ashdodense* Ross et *israelianum* Ross ; ces Hystrix ont été fixées et conservées à divers stades de leur développement. Elles sont toutes très fines, transparentes, souvent fripées. Nombre d'entre elles possèdent encore un contenu, probablement protoplasmique, dense, jaunâtre, faiblement réfringent, fortement colorable en rouge par la safranine (pl. I, fig. 7 à 15) ; la zone externe de ce contenu, nettement délimitée, est par contre très réfringente, non colorable par la safranine, épaisse de 1 à 6 μ , les individus mesurant entre 35 et 50 μ sans les processus ; on y distingue, lorsqu'elle est très épaisse, des stries concentriques claires et sombres (pl. II, fig. 17) qui évoquent une déshydratation. Le contenu « protoplasmique » seul est souvent en partie rétracté et forme une ou plusieurs boules irrégulières (pl. I, fig. 8, 11, 12 ; pl. II, fig. 16, 19) à l'intérieur de cette zone réfringente.

Tantôt la paroi de l'Hystrix s'applique exactement sur cette zone réfringente (pl. I, fig. 11, 13) et l'opercule est en place, l'archéopyle n'est alors pas ouvert ; tantôt la zone réfringente et son contenu n'occupent pas toute la cavité de l'Hystrix et l'opercule peut être présent ou absent ; la coque réfringente, qui possède une consistance propre, est d'autant plus sphérique et plus épaisse que son volume est petit par rapport à celui de l'Hystrix ; elle conserve avec l'Hystrix un point de contact dont la position est variable, souvent proche de la plaque dorsale précingulaire chez *H. Bentori* (fig. 17). L'ordre vraisemblable de succession de ces deux états est suggéré par un troisième état qui serait intercalaire, observé chez *Hystrichosphaera* cf. *furcata* et surtout *mira-*

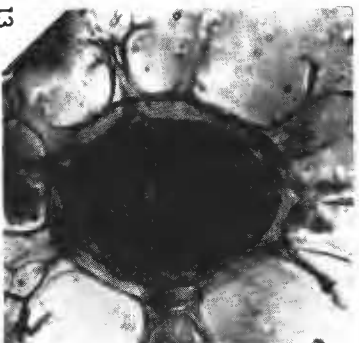
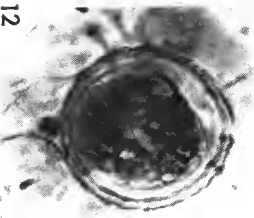
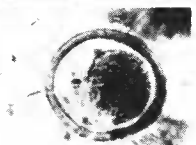
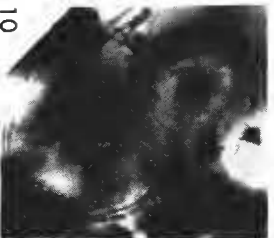
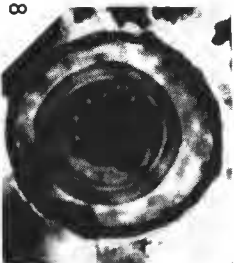
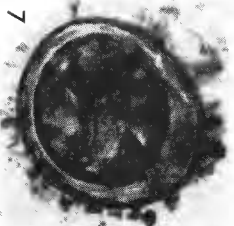
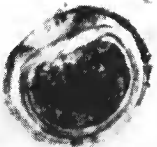
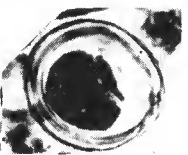
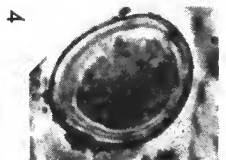
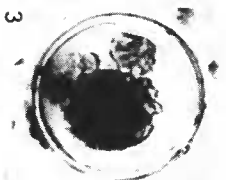
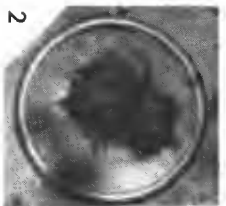
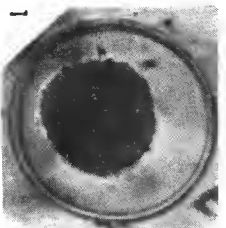
bilis (fig. 14 à 16; pl. I, fig. 12; pl. II, fig. 17) : la paroi de l'Hystrich, d'une grande délicatesse, adhère sur de larges surfaces à la coque réfringente interne, et là, est finement plissé et ondulée ; partout ailleurs, elle est lisse, bien tendue, bien écartée de la coque ; les limites des plaques sont très ténues ; les processus sont transparents, peu visibles, dressés perpendiculairement ou couchés sur l'Hystrich suivant la position de leur insertion ; chez *H. mirabilis*, certains processus semblent embryonnaires, « mal dégrossis », leurs trifurcations sont empâtées.

Ainsi, l'Hystrich adhérerait d'abord exactement à ce qu'il faut bien appeler un cyste interne, dont nous verrons ensuite que tout se passe comme s'il l'avait secrétée ; puis, sans doute par une condensation ou une déshydratation cytoplasmique, le cyste se contracterait tout en épaississant sa zone externe réfringente ; il entraînerait dans cette contraction l'Hystrichosphère qui, devenue passivement trop grande pour son contenu, se plisserait finement à sa surface ; elle s'en libérerait ensuite progressivement, peut-être aidée par une exsudation du cyste, et, à la fin, reprendrait son volume initial qui était aussi celui du cyste ; mais ce dernier, réduit, est maintenant presque libre dans la cavité de l'Hystrich.

Le stade qu'on peut qualifier de terminal a été observé deux fois, chez *Hystrichosphaera mirabilis* et *Hystrichosphaeridium israelianum*. Le cyste sort de l'Hystrich par l'archéopyle dont l'opercule se déchire suivant une ligne préformée de moindre résistance à quelque distance du

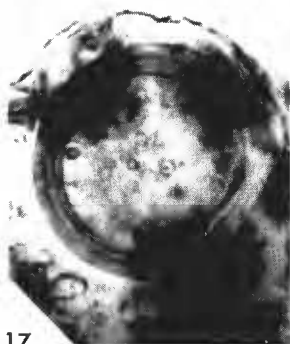
PLANCHE I.

1. Cyste : mince zone réfringente et fine membrane externe présentant quelques boursofflures. Nathanya 24a A, vii/1961.
2. Cyste : *id.*, Nathanya 24a A, vii/1961.
3. Cyste : *id.*, boursofflures plus nombreuses. Nathanya 24a A, vii/1961.
4. Cyste : zone réfringente un peu plus épaisse ; fine membrane externe. Nathanya 23 A, vii/1961.
5. Cyste : membrane externe légèrement plissée, 35 μ . Nathanya 23 A, vii/1961.
6. Cyste : *id.*, probablement les ébauches des processus fixent les impuretés de la préparation, 37 μ . Nathanya 23 C, vii/1961.
7. *Hystrichosphaeridium ashdodense* Ross. — « Protoplasme » un peu rétracté dans la zone réfringente du cyste. — Membrane externe non décollée du cyste ; processus apparents. Nathanya 23 C, vii/1961.
8. *H. ashdodense* Ross. — Cyste interne contracté, zone réfringente épaisse, « Protoplasme » un peu rétracté, opercule en place. Ashdod Yam St 8, A 544 D, xii/1960.
9. *H. israelianum* Ross. — Cyste interne contracté, zone réfringente épaisse. — Opercule en place, Atlit 3 A, vii/1961.
10. *H. israelianum* Ross. — Cyste en voie d'expulsion, zone réfringente très épaisse. Ashdod Yam St 9, A 542, xii/1960. — Diamètre 45 μ , cyste 25 μ , zone réfringente 5 μ .
11. *Hystrichosphaera cf. furcata* (Ehr) O. Wetz. « Protoplasme » légèrement rétracté dans un cyste interne occupant exactement l'Hystrich 31 μ . Nathanya 23 B, vii/1961.
12. *H. cf. furcata*. — La contraction du cyste interne provoque le plissement de l'Hystrich. Nathanya 23 E, vii/1961.
13. *H. Bentori* Ross. — « Protoplasme » non rétracté dans un cyste interne occupant exactement l'Hystrich tout à fait formée. Ashdod Yam St 8, A 544, D, xii/1960.
14. *H. Bentori*. — Cyste interne contracté. Atlit 3 A, vii/1961.
15. *H. Bentori*. — Cyste encore plus contracté. Ashdod Yam St 11, A 555, C, xii/1960.





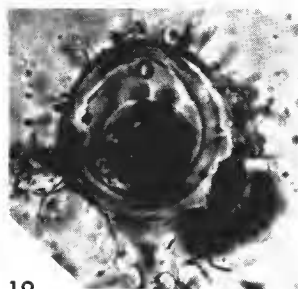
16



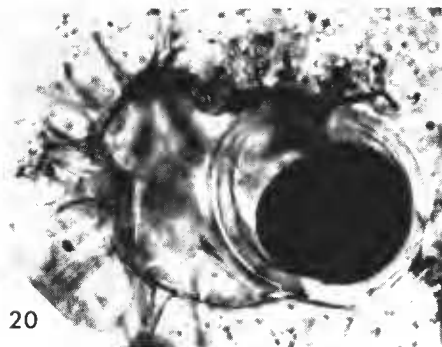
17



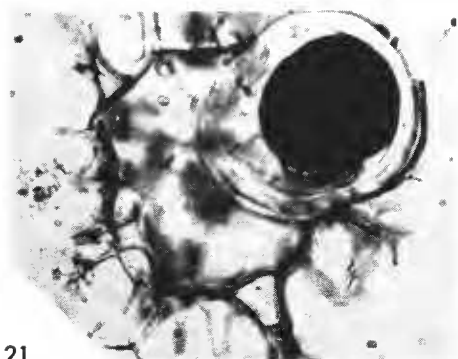
18



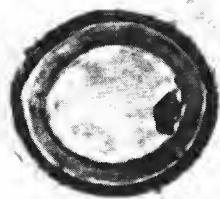
19



20



21



22

bord de la plaque dorsale précingulaire, chez les trois espèces d'*Hystrichosphaera* ; l'opercule est soulevé, comme un volet, et le cyste, qui est un peu plus large que l'archéopyle, est éjecté et se déforme légèrement au passage en forçant l'orifice ; on peut supposer que la pression de l'eau de mer, s'exerçant sur toute l'Hystrix en partie vide, comprime son contenu qui provoque d'abord la déchirure de l'opercule vers l'extérieur, et chasse aussitôt le cyste interne hors de l'Hystrix ; nous avons observé que parfois l'opercule manquait, alors que le cyste était encore en place : les deux processus sont donc bien indépendants ; si en effet, après la déchirure de l'opercule, l'équilibre de pression de part et d'autre de la paroi est rétabli par entrée d'eau de mer avant que le cyste interne n'ait été éjecté, ce dernier demeure dans l'Hystrix, dont il est incapable de sortir activement ; mais, en fait, que le cyste interne, après sa contraction, reste fixé à l'Hystrix près de l'opercule, facilite son éjection immédiatement après l'ouverture de l'archéopyle. Après l'éjection, l'opercule est fréquemment rabattu à l'intérieur de l'Hystrix, sans doute par la pénétration d'eau de mer. En somme, la pression de l'eau de mer sur les parois jouerait le même rôle que les contractions de l'utérus lors d'un accouchement. Sur la fig. 17, l'opercule est détaché de l'archéopyle, et plaqué sur le cyste encore interne : vraisemblablement, la pression externe directe sur l'opercule l'a déchiré vers l'intérieur, alors que normalement, c'est sous l'effet de la pression externe *transmise* par le contenu de l'Hystrix, et s'exerçant alors de l'intérieur vers l'extérieur, que la ligne de moindre résistance se rompt. La balance des pressions s'exerçant sur l'opercule de l'intérieur et de l'extérieur, doit être très proche de l'équilibre ; il suffirait de peu de chose pour que soit faussé le mécanisme normal.

Quels seraient les premiers stades de cette histoire ? Ils ne semblent reconnaissables que par l'identité de leur cyste interne avec celui des Hystrix déjà décrit.

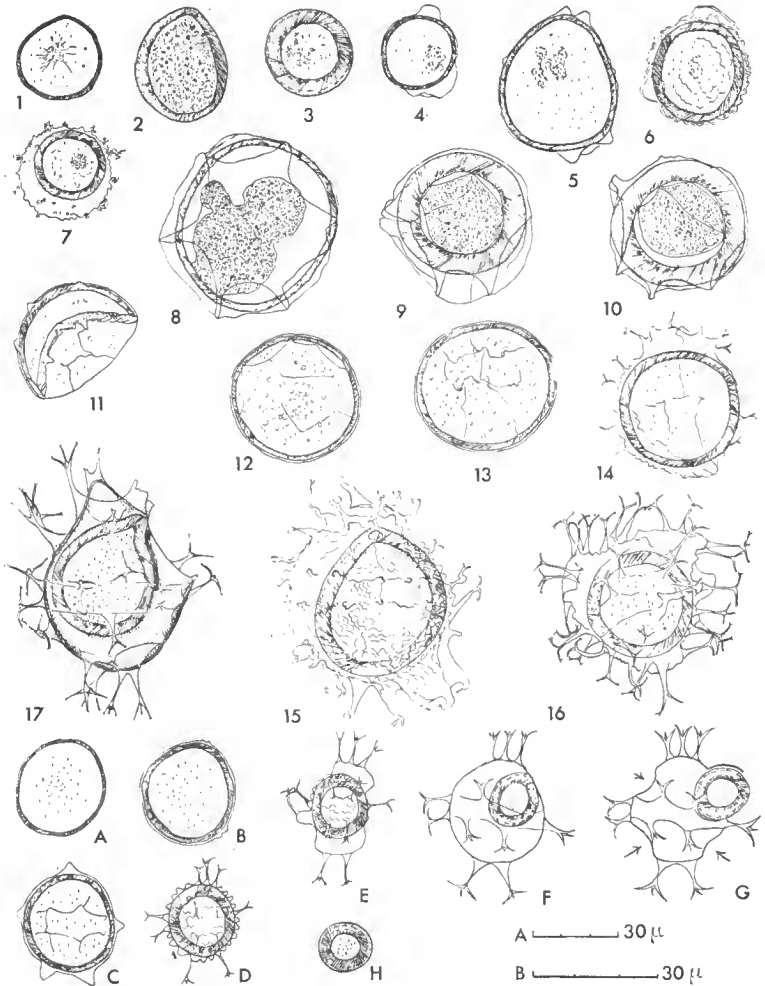
Le cyste interne qui est éjecté de l'Hystrix sur la pl. I, fig. 10, a une

PLANCHE II.

16. *H. mirabilis* Ross. — Cyste interne occupant entièrement l'Hystrix, zone réfringente mince. Processus encore très transparents. En bas, la protubérance est le voile antapical spécifique (vu de face fig. 19) 52 μ . Nathanya 23 C, VII/1961.
17. *H. mirabilis*. — Cyste contracté à zone réfringente épaisse et striée concentriquement. — L'Hystrix, très fine, plissée sur le cyste, s'en décolle progressivement ; 46 μ . Ashdod Yam St 11 C, XI/1960, X 700.
18. *H. mirabilis*. — Hystrix entièrement décollée du cyste interne. « Protoplasme » non rétracté. Ashdod Yam St 8, A 544, D, XI/1960.
19. *H. mirabilis*. — Hystrix décollée du cyste interne, à paroi épaisse (3,5 μ) « Protoplasme » rétracté. — En bas, le voile spécifique antapical noyant plusieurs processus. Ashdod Yam St 11, A 555, C, XI/1960.
- 20-21. *H. mirabilis*. — Cyste interne (38 μ) en voie d'éjection « Protoplasme » rétracté. — Zone réfringente assez épaisse : 3,5 μ , fig. 21 : en bas, le voile antapical vu de profil sur le cyste à droite, l'opercule écarté par ce dernier. Atlit 3 A, VII/1961.
22. *Leiosphaera scrobiculata*, DeFl et Cooks. — Cyste interne à zone réfringente épaisse l'occupant entièrement ; 50 μ . Ashdod 15/0, 171/172 m.

Grossissement 500.

zone réfringente relativement très épaisse par rapport à son diamètre total ; or, on trouve, isolés, des cystes tout à fait semblables à ces cystes internes ; plus leur diamètre est grand, plus la zone externe réfringente est relativement mince, ainsi qu'en valeur absolue (pl. I, fig. 1 à 4). Les cystes dont la zone réfringente est épaisse peuvent être ceux qui viennent



de sortir de l'Hystrix : ils seraient « terminaux » fig. 2, 3. Parmi les cystes, à zone réfringente mince, certains sont nus, d'autres présentent une très fine membrane non réfringente supplémentaire : elle a même aspect, même faible colorabilité que la paroi des Hystrix. Une observation très attentive montre quelques minuscules boursouflures à la surface de cette membrane (pl. I, fig. 2, 3) : nous interprétons cet état comme « initial » :

le cyste d'abord nu formerait l'Hystrix à sa surface, avant ou pendant le début de sa condensation superficielle ; l'Hystrix elle-même, d'abord imperceptible, s'épaissirait peu à peu ; les boursouffures seraient les ébauches des processus. Sur les fig. 11 à 13, les limites des plaques sont de fines lignes qui semblent gagner de proche en proche toute la surface de la membrane externe ; les boursouffures sont situées aux jonctions de ces lignes, là où se dressent les processus d'une *Hystrichosphaera* adulte.

Parfois, sans doute chez *Hystrichosphaeridium israelianum* et *ashdo-dense*, l'existence de ces ébauches de processus encore très ténues et transparentes, n'est signalée que par les impuretés de la préparation, qui s'y accrochent (fig. 7) (pl. I, fig. 6).

Il semblerait que le cyste interne ne commence sa contraction qu'après la fin de la croissance des processus, qui doit se dérouler assez rapidement.

Nous proposons la reconstitution schématique suivante de la vie de l'Hystrix (fig. A à H) (à titre d'hypothèse).

La formation de l'Hystrix serait ainsi centrifuge, et due au cyste d'abord nu, qui s'en entoure ; elle pourrait donc avoir un rôle protecteur, au cas où sa sécrétion par le cyste serait provoquée par des modifications de température ou de salinité, ou les deux, du milieu marin : ici, ces dernières sont effectivement réalisées par l'arrivée des eaux de la crue du Nil au large d'Israël.

Dans cette perspective, et pour la concilier avec les vues d'EVITT concernant la parenté des Hystrix et des Dinoflagellés, il resterait à

FIG. 1. — Cyste nu « initial ». En hachuré, la zone réfringente. Ashdod Yam, St 9-C ; x₁₁/1960.

FIG. 2, 3. — Cystes nus « terminaux » : zone réfringente épaisse. Ashdod Yam, x₁₁/1960 ; FIG. 2 : St 8-C ; FIG. 3 : St 9-C.

FIG. 4, 5. — Cystes, à membrane externe boursoufflée aux deux « pôles » et au niveau « équatorial » : cf. les grands processus apicaux, antapicaux et cingulaires des *Hystrichosphaera*. Ashdod Yam x₁₁/1960 ; FIG. 4 : St 8-C ; FIG. 5 : St 9-D.

FIG. 6. — Cyste, membrane externe finement plissée. Ashdod Yam, St 11-C ; x₁₁/1960.

FIG. 7. — Cyste, presque libre dans l'Hystrix (cf. *israelianum*), à fines « ébauches de processus ». Ashdod Yam, St 9-C ; x₁₁/1960.

FIG. 8, 9, 10. — Cyste, zone réfringente s'épaississant ; la membrane externe présente, comme des replis, des ébauches de processus et de plaques. « Protoplasme » en partie rétracté. — FIG. 8 : Nathanya 24a A-vii/1961 ; FIG. 9 et 10, même individu : Atilit 3, B-vii/1961.

FIG. 11, 12, 13. — Même individu ; ébauches de plaques et de processus sur un cyste à zone réfringente mince. Ashdod Yam, St 12-C ; x₁₁/1960.

FIG. 14, 15, 16. — La membrane externe finement plissée sur le cyste se libère progressivement, les processus s'achèvent. Cf. *Hystrichosphaera mirabilis* ; Ashdod Yam, x₁₁/1960 ; FIG. 14 : St 9-C ; FIG. 15 : St 11-C ; FIG. 16 : St 9-A.

FIG. 17. — *Hystrichosphaera Bentori* Ross. — Le cyste interne n'adhère plus à l'Hystrix que par un point. L'opercule, vu de profil, a été déchiré et plaqué sur le cyste. Ashdod Yam, St 11-B ; x₁₁/1960.

FIG. A à H. — Reconstitution schématique et hypothétique du développement d'une *Hystrichosphaera*.

(FIG. A-H : échelle A ; fig. 1-16 : échelle B).

montrer que le cyste nu originel de l'Hystrix, sort lui-même d'un Dinoflagellé ; ou bien que la paroi d'un Dinoflagellé s'est estompée, résorbée, autour du cyste lorsqu'il s'est formé (dans ce cas, l'Hystrix serait exogène au cyste, mais endogène au Dinoflagellé ; une *Hystrichosphaera* cf. *furcata*, du Pleistocène de la même région, à membrane très épaisse, était entourée étroitement d'une très fine membrane qui rabattait et plaquait les processus sur le corps de l'Hystrix, par faisceaux correspondant aux plaques) ; enfin que, peut-être après plusieurs générations successives d'Hystrix, au cours desquelles le cyste interne se réhydrate après son expulsion et retrouve son volume initial puis recommence le cycle, il formera un Dinoflagellé une fois les conditions du milieu rétablies.

Signalons, de plus, que le plancton actuel au large des côtes d'Israël est riche en Dinoflagellés, mais qu'ils sont absents des préparations palynologiques des boues marines.

Dans quatre échantillons prélevés en décembre 1960, pour les 3 espèces *H. cf. furcata*, *mirabilis* et *Bentori*, 11 individus sur 90 possèdent un cyste interne ; le déroulement du processus est peut-être plus lent que chez *Hystrichosphaeridium ashdodense* et *israelianum*, dont 3 individus sur 130 présentent le cyste interne. Il est bien entendu impossible de rapporter à une espèce plutôt qu'à une autre les 33 cystes nus ou à très fine membrane. Dans deux échantillons de juillet 1961, 13 individus, sur 21 des 3 premières espèces, ont le cyste interne, pour 3 individus sur 10 des 2 dernières ; il y a 13 cystes isolés.

L'étude de ces boues marines, qui se poursuit, apportera sans doute de nouvelles données ; il nous a cependant paru intéressant de signaler ces premières observations.

BIBLIOGRAPHIE

- BURSA (A. S.), 1962. — Some morphogenetic factors in taxonomy of Dinoflagellates. *Pollen et Spores*, **4**, n° 2, novembre 1962, p. 337.
- ERDTMANN (G.), 1954. — On pollen grains and Dinoflagellate cysts in the Firth of Gullmar SW Sweden. *Grana palynologica*, **1**, n° 1, 8 p.
- EVITT (W. R.), 1961. — Morphology of fossil Dinoflagellates. *Micropaleontology*, **7**, n° 4.
- ROSSIGNOL (M.), 1961. — Analyse pollinique de sédiments marins quaternaires en Israël. I. Sédiments récents. *Pollen et Spores*, **3**, n° 2, novembre 1961, pp. 303-324.